

تأثیر تنش خشکی آخر فصل و توالی زراعی بر عملکرد کمی و کیفی گندم آبی تحت مدیریت مرسوم و حفاظتی

¹محمدرضا مهرور، ²علی قربانی

¹عضو هیئت علمی بازنشسته، ²پژوهشگر غلات، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (SPII)، کرج، ایران

نویسنده مسئول: mehrvarmr@gmail.com

چکیده

بیخاکورزی در کنار توالی زراعی مناسب میتواند رطوبت و مواد غذایی لازم را برای گیاه در معرض تنش خشکی فراهم نماید. به منظور بررسی اثر تنش خشکی آخر فصل و توالی زراعی بر عملکرد کمی و کیفی گندم رقم پارسا آزمایشی با استفاده از طرح آماری اسپلیت پلات در قالب بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج طی دو سال زراعی 93 و 94 به اجرا درآمد. عامل کرت اصلی شامل شش توالی زراعی مبتنی بر گندم آبی¹ و عامل کرت فرعی رژیم آبیاری در دو سطح آبیاری معمول و تنش خشکی آخر فصل (مرحله گرده افشانی تا برداشت)؛ بودند که هریک بهصورت جداگانه در مزرعه حفاظتی و مرسوم به اجرا درآمد. اثر تنش خشکی آخر فصل در مدیریت مرسوم طی دو سال معنیدار شد و مجموعاً سبب کاهش 18 درصدی عملکرد گردید، اما در سیستم خاک ورزی حفاظتی، تنش آخر فصل در سال اول سبب کاهش غیر معنی دار و حدود 8 درصد عملکرد گندم آبی و در سال دوم سبب کاهش شدید و معنی دار به میزان 43 درصد شد. در سال اول تناوب T3 (گندم- شبدر- کلزا- ذرت) در مدیریت حفاظتی 4089 کیلوگرم/هکتار و توالی T1 (گندم- ذرت- گندم- ذرت) 5347 کیلوگرم/هکتار در مدیریت مرسوم بیشترین عملکرد دانه را نسبت به سایر تناوب ها داشتند. شاخصهای کیفی گندم (مانند غلظت پروتئین دانه، حجم نان، رسوب زنی، سختی دانه و ...) در دو سال زراعی تحت تأثیر تنش خشکی آخر فصل و توالی زراعی قرار نگرفت.

واژگان کلیدی: تنش خشکی، تناوب زراعی، کشاورزی حفاظتی، خصوصیات کمی، خواص کیفی، گندم آبی.

مقدمه

گندم به عنوان یکی از قدیمیترین گیاهان زراعی، و مهمترین منبع غذایی بشر بوده و به عنوان یک گیاه تمدن ساز مطرح است (Lance & Garren, 2002). سازمان خوار و بار

¹ - Wheat based sequential cropping system

جهانی اعلام کرد که برآورد تولید گندم در جهان در سال 2016 بالغ بر 717 میلیون تن می-باشد (Anonymous, 2015). از مجموع زمین‌های زیر کشت محصولات کشاورزی کشور در سال زراعی 92-93، 06/6 میلیون هکتار آن (51.2 درصد کل اراضی) به کشت گندم اختصاص داشته و بیش از 10.5 میلیون تن تولید داشته است (Anonymous, 2014). بررسی-های مطالعاتی نشان می‌دهد که پایداری کمی و کیفی تولید گندم آبی در کشور طی سنوات اخیر (دهه 93-83) با مشکل روبرو بوده، و با وجود افزایش تنوع و پتانسیل تولید ارقام مختلف گندم آبی در کشور، متوسط تولید در واحد سطح 18 درصد کاهش را نشان می‌دهد که از 3827 به 3138 کیلو گرم در هکتار رسیده است. مناطق معتدل با اختصاص 682 هزار هکتار از سطح زیر کشت گندم آبی (30 درصد از سطح زیر کشت گندم آبی) نقش مهمی در تولید گندم در کشور دارند که گندم رقم پارسی یکی از ارقام مناسب برای این مناطق می‌باشد و دارای ویژگیهای زودرس، مقاوم به زنگ زرد و سیاه و دارای کیفیت نانوائی خوب است (SPII, 2016).

خشکی مهمترین عامل محدود کننده رشد و عملکرد گیاهان زراعی است بطوریکه 40 تا 60 درصد از اراضی کشاورزی جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Bray, 1997). تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل محدود کننده تولید غلات در مناطق خشک و نیمه خشک ایران می-باشد (Akbari Moghaddam *et al.*, 2002; Amadi *et al.*, 2009).

یکی از ایده‌های کاهش اثرات تنش خشکی آخر فصل در گندم، کشت حفاظتی به منظور حفظ رطوبت آخر فصل برای جلوگیری از کاهش عملکرد و استفاده آن در کشت محصولات صیفی می باشد. کشاورزی حفاظتی بر سه اصل محوری خاکورزی حفاظتی، رعایت تناوب زراعی و حفظ پسمان گیاهی استوار است (Anonymous, 2015). متوسط میزان فرسایش خاک در کشور 17 تن در هکتار گزارش گردیده است که سالانه معادل وزنی حداقل 2 میلیارد تن خاک حاصلخیز بوده و خسارتی معادل 56 میلیارد دلار به کشور وارد میکند (Gorgi, 2014).

محققین دیگری نیز مشاهده کردند که نوع گیاه پیش کاشت اثر معنیداری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم داشت و توالی گندم - گندم، ضعیفترین نظام توالی مورد آزمایش بود (Sanford *et al.*, 1986; Shahbazian *et al.*, 2007). مزایای خاکورزی حفاظتی بویژه در سیستم های بدون خاکورزی با حفظ پسمان در سطح خاک در مواردی مانند تثبیت رطوبت و درجه حرارت خاک (Benegas, 1998)، بهبود پایداری خاکدانه و افزایش ماده آلی خاک)

Tullberg, J.) نفوذپذیری بیشتر آب در خاک (Hajabbasi *et al.*, 2000 Chauhan, *et al.*, 2002 Dabney *et al.*, 2004) و کاهش فرسایش خاک (2010., Singh, *et al.*, 2011) گزارش شده است.

کیفیت دانه گندم تا حد زیادی به مقدار نیتروژن و صفات رقم بستگی دارد (Morris *et al.*, 1994; Paris and Gavazzi 1972; Peltonen and Virtanen, 2009). در مجموع اثرات نوع خاکورزی بر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک به نوع توالی زراعی، تجهیزات خاکورزی، پسمان گیاهی، نوع خاک و اقلیم منطقه بستگی دارد (Gomez-Becerra *et al.*, 2010).

نزدیک به دو دهه تحقیقات متعددی در زمینه برخی جنبه های کشاورزی حفاظتی از جمله روشهای مختلف خاکورزی حفاظتی و حفظ پسمان گیاهی در زمین صورت گرفته است اما در اکثر تحقیقات اشاره شده کشاورزی حفاظتی بطور جامع و کامل اجرا نشده است و عمدتاً رکن سوم آن یعنی رعایت تناوب زراعی مغفول مانده است (Afzaliniya *et al.*, 2002; Azimzade *et al.*, 2013; Safari *et al.*, 2016).

یکی از مشکلات کشور در مناطقی که غلات کشت میگردد، تراکم آبیاری آخر فصل با کشت صیفیجات میباشد که عمدتاً کشاورزان آخرین آبیاری جو و گندم را انجام نداده و آنرا به کاشت محصولات بهاره اختصاص میدهند و در نهایت گیاهان مذکور با تنش مواجه شده و سبب کاهش محصول میگردد. کشاورزی حفاظتی با حفظ پسمانهای گیاهی، حذف شخم برگردان و رعایت تناوب زراعی مناسب سبب ذخیره و نگهداری بهتر رطوبت خاک میشود که این تحقیق سعی دارد به نقش کشاورزی حفاظتی (بطور ویژه تناوب زراعی که یکی از اجزاء مهم این مدیریت است) در کاهش اثرات تنش خشکی آخر فصل در گندم رقم پارسا پردازد.

مواد و روشها

مشخصات مزرعه و معرفی تیمارها

این آزمایش در سالهای زراعی 92-93 و 93-94 در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر- بخش تحقیقات غلات به اجرا درآمد. مزرعه مذکور دارای سابقه کشت حفاظتی از سال 1387 بود. آب و هوای این منطقه معتدل سرد و میانگین 30 ساله بارندگی آن حدود 250 میلیمتر گزارش شده است. این طرح با 4 تکرار در قالب کرت های خرد شده، بر پایه بلوکهای کامل تصادفی انجام گرفت. زمین مورد

استفاده در این طرح، سال قبل از اجرای آزمایش بطور کامل زیر کشت گندم بوده است. مساحت کل زمین مورد استفاده 6000 مترمربع بود که هر کدام از مزارع حفاظتی و مرسوم نیمی از این مساحت را به خود اختصاص دادند. عرض هر مزرعه 60 متر، عرض هر کرت فرعی 8 متر با رعایت فاصله 2 متری بین دو کرت مجاور و طول کرت ها 40 متر در نظر گرفته شد. میزان بذر مصرفی در کلیه محصولات در مزرعه حفاظتی بدلیل کشت مستقیم در خاک زیر پسمان گیاهی که درصد و مقدار وزنی آن در جدول 1 آمده است، 20 درصد بیشتر در نظر گرفته شد. همچنین گندم در مزرعه مرسوم با تراکم 400 دانه در متر مربع کاشته شد.

جدول 1- درصد و وزن خشک پسمان گیاهان موجود روی خاک، موقع کاشت گندم در مزرعه حفاظتی در سال 93 و 94

Table2- Percent dry weight of crop residue on the soil, when planting wheat conservation(93&94 year)

Crop type	Year	Minimum crop residue(%)	Dry weight of crop residue (Kg.h ⁻¹)
Wheat	93	30	2500
	94	30	2500
Corn-Second cultivation	93	30	4500
Corn-first cultivation	94	30	5300
	93	50	2300
Berseem clover	94	50	2350

نیاز کودی نیز بر اساس نتایج تجزیه خاک تعیین گردید(جدول 2)۔ در خاکورزی مرسوم پس از سوزاندن و حذف کامل پسمان محصول قبلی و سپس آمادهسازی بستر کشت، مطابق با روش مرسوم در منطقه کرج شامل شخم با گاوآهن برگرداندار، دو بار دیسک (عمود برهم) و لولر، کاشت با استفاده از بذرکارهای مختص هرکدام از محصولات صورت گرفت، ولی در خاکورزی حفاظتی بدون شخم تمام مراحل آمادهسازی بستر کشت محصولات حذف شد و کشت گیاهان در خاک زیر پسمان گیاهی محصول قبلی و با استفاده از دستگاه کشت مستقیم بوکان صورت گرفت.

جدول 2- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table2- Some of the physical and chemical properties of experimental soil

pH	EC	K	P	Silt	Clay	Sand	O.C	TN	Textur
----	----	---	---	------	------	------	-----	----	--------

e	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	mg/(kg)	(mg/kg)	(ds/m)	
C.L	0.076	0.72	33	29	38	6.86	125	1.64	8.3

تیمارهای این آزمایش عبارت بودند از: الف- توالیهای زراعی (نوع خاصی از تناوب زراعی، از طریق کشت متوالی گیاهان زراعی در یک قطعه زمین ثابت) آزمایش شامل 1- توالی شاهد گندم - ذرت علوفهای- گندم - ذرت علوفهای (T1)، 2- گندم- شبدر برسيم- کود سبز - ذرت علوفهای (T2)، 3- گندم - شبدر برسيم - کلزا - ذرت علوفهای (T3)، 4- گندم- ذرت علوفهای-کلزا- ذرت علوفهای (T4)، 5- گندم- ذرت علوفهای- کلزا- شبدر برسيم (T5) و 6- گندم- شبدر برسيم- گندم- ذرت علوفهای (T6) که تحت دو آزمایش مجزای سیستم های خاکورزی مرسوم و حفاظتی (عدم خاکورزی) از نظر صفات مختلف کمی و کیفی قرار گرفتند و ب- سطوح آبیاری در دو سطح شامل شاهد (آبیاری کامل) و قطع آبیاری در مرحله پس از گرده افشانی در نظر گرفته شدند.

صفات مورد بررسی

الف- عملکرد

جهت اندازه گیری عملکرد محصول گندم پاریسی، از هر کرت چهار نمونه تصادفی توسط یک کوادرات یک متر مربعی (با ابعاد 1*1 متر) تعیین و برداشت شد و عملکرد در واحد سطح محاسبه شد. علاوه بر عملکرد دانه گندم در نمونههای مورد نظر در طول دو سال مورد آزمایش، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نیز محاسبه گردید.

ب- کیفیت دانه

پس از گذشت حدود سه ماه از برداشت گندم، نمونه های حداقل 50 گرمی که مجدد بصورت دستی کاملاً خالص سازی گردید، از هر کرت تهیه و جهت بررسی و انجام آزمایشات کیفی به آزمایشگاه بیوشیمی غلات بخش تحقیقات غلات ارسال گردید که در آزمایشگاه مربوطه صفات شاخص گلوتن، گلوتن مرطوب، شاخص سختی دانه، ارتفاع رسوب، ارتفاع رسوب زلنی، جذب آب، حجم نان، رطوبت و غلظت پروتئین دانه بر اساس روشهای مرسوم (Mehrvar, 2015) مورد ارزیابی قرار گرفت.

بهمنظور تجزیه داده‌ها شامل تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها و محاسبه همبستگی‌ها از نرم افزار SAS 9.1 و Excel، Genstat استفاده شد.

نتایج و بحث

بر اساس آمار هواشناسی دو ساله، در خردادماه و تیرماه سال 1393 و 1394 هیچگونه بارندگی وجود نداشته است و آزمایش تنش در هر دو سال تحت تأثیر بارندگی قرار نگرفته است (Anonymous, 2015).

الف- عملکرد کمی

تنش خشکی در مدیریت مرسوم، طی دو سال آزمایش بر صفات عملکرد دانه و شمار دانه در سنبله و توالی زراعی تنها در سال دوم بر صفات عملکرد دانه، شمار دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیک تأثیر معنی‌دار داشتند (جدول 3).

جدول 3- تجزیه واریانس برخی صفات کمی گندم پارسی تحت تأثیر تیمارهای توالی زراعی و سطوح آبیاری در مدیریت مرسوم (93 و 94)

Table 3- Analysis of variance of some quantitative characters of Parsi wheat in crop sequence treatments and irrigation regimes on the conventional management (93&94 year)

Sources of variation	year	Degrees of freedom	Number of spikes per square meter	Number of grains per spike	Thousand grain weight (gr)	Grain yield (kg/ha)	Biological yield (kg/ha)	Thousand grain weight (gr)
Replication (Block)	93	3	41582 ^{ns}	370 ^{ns}	293 ^{ns}	5339983 ^{ns}	19370516 ^{8ns}	293 ^{ns}
	94		56316 ^{ns}	122 ^{ns}	47 ^{ns}	2499981 ^{ns}	97087034 ^{ns}	47 ^{ns}
Crop sequence	93	5	83520 ^{ns}	409 ^{ns}	373 ^{ns}	5903747 ^{ns}	72808533 ^{ns}	373 ^{ns}
	94		88075 ^{ns}	176 [*]	10 ^{ns}	3604119 [*]	12966597 ^{3*}	10 ^{ns}
Irrigation regime	93	1	3164 ^{ns}	277 [*]	141 ^{ns}	3993162 [*]	5550 ^{ns}	141 ^{ns}
	94		1041 ^{ns}	464 ^{**}	210 [*]	9476623 ^{**}	25845744 ^{ns}	210 [*]
Irrigation regime*Crop sequence	93	5	134144 ^{ns}	278 ^{ns}	335 ^{ns}	4007476 ^{ns}	95287895 [*]	335 ^{ns}
	94		2664 ^{ns}	34 ^{ns}	11 ^{ns}	698338 ^{ns}	8316712 ^{ns}	11 ^{ns}
Error	93	33	394236	1276	2950	18375850	240698578	2950
	94		169865	159	263	3252603	196293611	263
Coefficient of variation	93	----	7.0	9.1	6.3	9.1	19.1	6.3
	94		8.0	8.5	5.2	8.5	10.7	5.2

و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد * عدم تأثیر معنی‌دار^{ns}

* & ** Significant at 5 and 1% respectively ^{ns} No significant effect

تنش خشکی آخر فصل در مدیریت مرسوم در طول دو سال زراعی سبب کاهش 18 درصدی عملکرد دانه گندم شد که از نظر آماری معنی‌دار گزارش شد. همچنین تنش خشکی

در مدیریت مرسوم، بر تعداد دانه در سنبله طی دو سال زراعی و بر وزن هزار دانه در سال زراعی دوم تاثیر معنیداری داشت و سبب کاهش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه گردید. دلایل مهم کاهش عملکرد و اجزاء عملکرد گیاهان در زمان تنش خشکی میتواند به این دلیل باشد که در زمان بروز تنش، میزان مواد فتوسنتزی تولید شده توسط برگها کاهش یافته، چون انتقال شیره از آوند آبکش وابسته به پتانسیل فشار است که در طی تنش کم آبی پتانسیل آب در آوند آبکش کاهش و کاهش در پتانسیل آماس تورگر نیز از انتقال مواد فتوسنتزی و در نهایت از مقدار آسیمیلات ذخیرهها میکاهد (Tabatabae *et al.*, 1390). کاهش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در اثر تنش خشکی توسط محققان متعدد خارجی و برخی محققین کشورمان گزارش شده است (Karimzade *et al.*, 2012).

در مدیریت حفاظتی اثر رژیم آبیاری تنها در سال دوم بر صفات عملکرد، وزن هزار دانه و شمار دانه در سنبله و اثر توالی زراعی در سال اول بر عملکرد دانه و در سال دوم بر شاخص برداشت معنیدار گزارش شد (جدول 4). تنش خشکی آخر فصل در مدیریت حفاظتی در سال اول اگرچه سبب کاهش هشت درصدی عملکرد دانه گندم شد اما از نظر آماری دارای تفاوت معنیدار نبود ولی در سال دوم سبب کاهش شدید عملکرد دانه به میزان 43 درصد شد که این کاهش به دلیل اختلاف معنیدار شمار دانه در سنبله و وزن هزار دانه ایجاد شده است. تنش خشکی سبب افت تولید مواد فتوسنتزی و کاهش تعداد گلچه-های بارور شده و مدت زمان پر شدن دانه در اثر تنش خشکی آخر فصل، کوتاهتر شده و در نتیجه وزن هزار دانه گندم کاهش پیدا میکند. این نتیجه با یافته یکی از محققان (Fischer, 2007) که گزارش داد، اگر تنش خشکی در مرحله گرده افشانی یا کمی قبل از آن اتفاق افتد، تعداد دانه در سنبله و در نهایت عملکرد گندم آبی در مدیریت حفاظتی کاهش مییابد، مطابقت دارد. با اینکه انتظار میرفت مزرعه حفاظتی در سال دوم با وجود پسمان گیاهی مناسب، عدم شخم برگردان و همچنین بالاتر بودن میزان مواد آلی (بر اساس آزمایشات خاک)، بتواند رطوبت بیشتری را برای گندم فراهم نماید ولی اینگونه نشد. عمده کاهش تولید با توجه به آزمایشات خاک، مربوط به ساختمان نامناسب خاک در مزرعه حفاظتی در اثر ایجاد لایه سخت و فشرده خاک (بوژه در برداشت ذرت) است که به نظر میرسد این موضوع سبب کاهش ظرفیت نگهداری آب خاک میگردد حتی اگر سایر شاخصهای خاک هم در شرایط مطلوبی باشند، اما در مزرعه مرسوم لایه سخت بهوجود آمده سالانه در اثر شخم از بین میرود لذا مزارع مرسوم از حیث این موضوع مشکلی نخواهند داشت. برخی محققین گزارش دادند که مواردی از اثرات منفی اعمال بلند مدت

بدون خاکورزی در افزایش مقاومت نفوذپذیری خاک و افزایش وزن مخصوص خاک مشاهده کرده‌اند (Pierce *et al.*, 1994)، همچنین فشردگی لایه زیرین خاک باعث کاهش عملکرد دانه و کاه گندم در سیستم بدون شخم گردید (Ossible *et al.*, 1992).

جدول 4- تجزیه واریانس برخی صفات کمی گندم پارسا تحت تأثیر تیمارهای توالی زراعی و سطوح آبیاری در مدیریت حفاظتی (93 و 94)

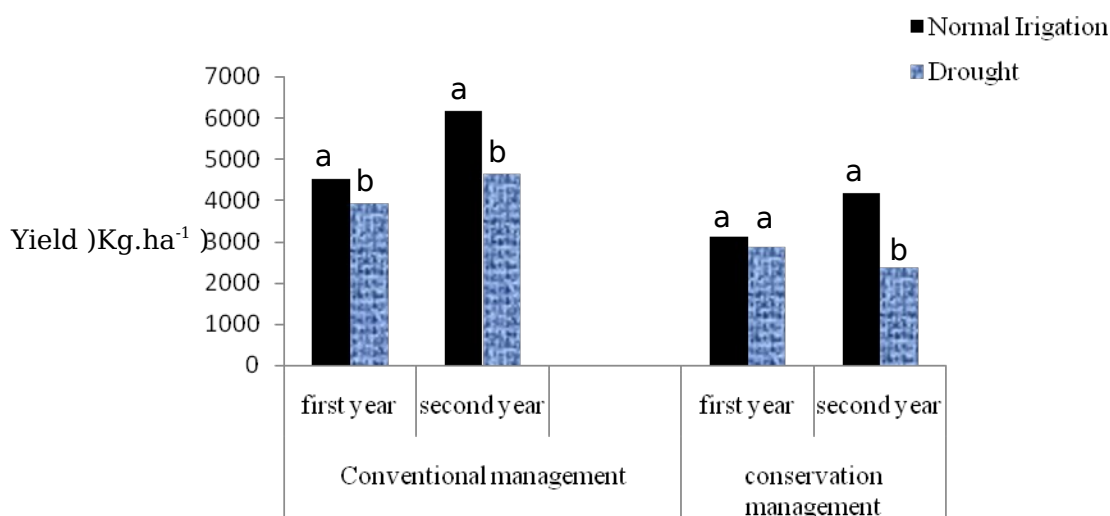
Sources of variation	year	Degrees of freedom	Number of spikes per square meter	Number of grains per spike	Thousand grain weight (gr)	Grain yield (kg/ha)	Biological yield (kg/ha)	Harvest index (%)
Replication (Block)	93	3	23459 ^{ns}	571.5 ^{4ns}	43.88 ^{ns}	8230143 ^{ns}	1571930 ^{3ns}	405.7 ^{ns}
	94		28835 ^{ns}	248.3 ^s	57.02 ^{ns}	3878992 ^{ns}	2879442 ^{2ns}	35.50 ^s
Crop sequence	93	5	90489 ^{ns}	902.3 ^{9*}	660.53 ^s	1299447 ^{4*}	4512010 ^{1ns}	1026.4 ^{ns}
	94		36223 ^{ns}	148.2 ^s	51.27 ^{ns}	2314992 ^{ns}	91946 ^{ns}	147.9 ^{0*}
Irrigation regime	93	1	15027 ^{ns}	58.47 ^s	35.45 ^{ns}	841985 ^s	1146809 ^{ns}	11.7 ^{ns}
	94		21072 ^{ns}	813.5 [*]	345.59 [*]	1271143 ^{0*}	9273007 ^{ns}	16.35 ^s
Irrigation regime * Crop sequence	93	5	35848 ^{ns}	86.71 ^s	339.71 ^s	1248580 ^{ns}	3195672 ^{9ns}	147.3 ^s
	94		8751 ^s	142.6 ^s	57.30 ^{ns}	2227946 ^{ns}	5036 ^{ns}	1.43 ^{ns}
Error	93	33	49283 ²	1972.17	2305.58	28399187	393984131	3988.8
	94		14377 ⁷	1077.3	394.81	16832843	144148179	241.92
Coefficient of variation	93	----	4.9	16.0	3.2	16	5.7	12.4
	94	----	6.7	17.4	6.2	17.4	6.8	4.6

Table 4- Analysis of variance of some quantitative characters of Parsi wheat in crop sequence treatments and irrigation regimes on the conservational management (93&94 year)

و ** به ترتیب معنیدار در سطح احتمال 5 و 1 درصد * ^{ns} عدم تأثیر معنیدار

* & ** Significant at 5 and 1% respectively ^{ns} No significant effect

اگرچه مدیریت حفاظتی در سال اول توانست در مجموع از اثرات منفی تنش خشکی در مزرعه بکاهد به گونه ای که تفاوت معنی‌داری بین عملکرد دانه در تنش خشکی و آبیاری معمول مشاهده نشد اما کاهش قابل توجه عملکرد دانه گندم پارس‌ی در مزرعه حفاظتی به میزان 29 درصد در سال اول و 39 درصد در سال دوم نسبت به مدیریت مرسوم جای تامل داشته و باید مورد توجه قرار گیرد (شکل 1).



شکل 1- مقایسه عملکرد دانه گندم رقم پارس‌ی در شرایط تنش خشکی و آبیاری معمول در مدیریت مرسوم و حفاظتی
 ستون‌های دارای حروف مشترک در هر سال، در سطح احتمال پنج درصد با آزمون دانکن دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

Figure 1- Comparison of Parsi wheat grain yield under drought stress and normal irrigation in conventional management and conservation

Columns of joint letters each year, the differences are not significant at 5% probability level.

اثر توالی زراعی در مدیریت حفاظتی در سال اول با اطمینان 95 درصد در صفات عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله و در سال دوم بر صفت شاخص برداشت معنی‌دار گزارش شد. بیشترین عملکرد و تعداد دانه در سنبله در مدیریت حفاظتی مربوط به توالی T3 با عملکرد 4089 کیلوگرم در هکتار بود که با سایر توالی‌ها دارای تفاوت معنی‌دار بود و کمترین عملکرد به توالی T6 با عملکرد 2599 کیلوگرم در هکتار تعلق داشت که با تناوب‌های

1T, 2T, 4T و T5 تفاوت معنیداری نداشت (جدول 5). افزایش عملکرد نیز به دلیل افزایش تعداد گلچه بارور و در نتیجه بالاتر بودن تعداد دانه در سنبله اتفاق افتاده بود. عملکرد بالای تناوب T3 (گندم - شبدر برسیم- کلزا- ذرت علوفه‌ای) به دلیل وجود گیاه لگومینه شبدر برسیم و کلزا می‌باشد. شبدر به دلیل تثبیت نیتروژن از طریق همزیستی علاوه بر اثرات مفید بر ساختمان خاک، بر عملکرد کمی و کیفی محصولات پس از خود تاثیر مفید داشته و کلزا نیز به واسطه وجود سیستم ریشه‌های متفاوت و شکستن چرخه برخی بیماری‌های غلات، عملکرد دانه گندم را افزایش می‌دهد.

جدول 5 - مقایسه میانگین برخی صفات کمی گندم رقم پارسى تحت مدیریت حفاظتی طی

دوسال

Harvest index (%)	Biological yield (kg/ha)	Yield (kg/ha)	Thousand grain weight (gr)	Number grains per spike	Number of spikes per square meter	year	
Conservation	Conservation	Conservation	Conservation	Conservation	Conservation		Treatments
27a	11774a	3122a	36a	26a	540a	93	Normal irrigation
26a	11425a	2857a	34a	24a	505a		Drought
36a	11030a	4165a	40a	33a	768a	94	Normal irrigation
38a	11792a	2383b	31b	19b	695a		Drought
Crop sequence							
22a	12460a	2697b	39a	23b	599a	93	T1
25a	12621a	3130b	35a	26b	489a		T2
36a	12097a	4089a	35a	34a	497a		T3
26a	11008a	2675b	31a	22b	479a		T4
28a	9798a	2748b	30a	23b	521a		T5

23a	11734a	2599b	40a	22b	556a	T6
40a	11449a	3654a	37a	29a	779a	T1
34b	11373a	2894a	33a	23a	684a	9 4 T6

Table5 - Comparison of mean quantitative traits of Parsi wheat under conservation management in two years

میانگینهای دارای حروف مشترک در هر ستون و سال، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each column & year, means which followed by similar letter(s) are not significantly different

Harvest index (%)	Biological yield (kg/ha)	Yield (kg/ha)	Thousand grain weight (gr)	Number grains per spike	Number of spikes per square meter	year	
Conventional	Conventional	Conventional	Conventional	Conventional	Conventional		Treatments
38a	12118a	4507a	47a	38a	492a	93	Normal irrigation
34a	12140a	3931b	43a	33b	475a		Drought
39a	13980 a	6168a	42a	43a	848a	94	Normal irrigation
35a	12709a	4629b	35b	32b	865a		Drought
Crop sequence							
38a	12615a	4822a	47a	40a	541a		T1
37a	11210a	3914a	48a	33a	480a		T2
41a	9798a	3951a	47a	33a	494a		T3
34a	13000a	4278a	46a	37a	444a	9 3	T4
35a	13258a	4492a	41a	37a	522a		T5
32a	12823a	3857a	42a	32a	421a		T6

11922a	11922a	5873a	38a	41a	782a		T1
14768b	14768b	4924b	39a	34b	931a	9 4	T6

اما در مدیریت مرسوم در سال اول هیچیک از توالیهای موجود نتوانست بر دیگری برتری یابد ولی در سال دوم توالی گندم- ذرت علوفهای- گندم- ذرت علوفهای با عملکرد 5873 کیلوگرم/هکتار نسبت به توالی گندم- شبدر- گندم- ذرت علوفهای با عملکرد 4924 کیلوگرم/هکتار، برتری معنیداری داشت (جدول 6). لذا در مدیریت حفاظتی توالی T3 و در مدیریت مرسوم توالی T1 در مجموع دو سال دارای بیشترین عملکرد بودند.

جدول 6- مقایسه میانگین برخی صفات کمی گندم رقم پارسی تحت مدیریت مرسوم طی دو سال

Table 6 - Comparison the average of quantitative of Parsi wheat Under conventional management in two years

میانگینهای دارای حروف مشترک در هر ستون و سال، از نظر آماری اختلاف معنیداری ندارند.

In each column & year, means which followed by similar letter(s) are not significantly different

این موضوع بیانگر وجود استانداردهای متفاوت هر توالی در این خاکورزیها میباشد و توالی دارای عملکرد بالا در خاکورزی مرسوم همین برتری را در حفاظتی ندارد. رویکردهای مدیریتی مرسوم و حفاظتی دارای تفاوتهای بنیادین بوده که در نتیجه وجود همین تفاوتها نمیتوان نه اقدام به مقایسه جزئی (جزء به جزء) آنها نمود و نه اینکه از درون نتایج استخراج شده برای هر یک از این دو رویکرد مدیریتی متفاوت توصیه مشترکی را ارائه داد. بنابراین معیارها و موازین مربوط به هر یک از مدیریتهای مرسوم و حفاظتی بایستی بطور اختصاصی ارائه داده شود. تحقیقات انجام شده توسط پژوهشگران، افزایش پایداری تولید و بهبود وضعیت خاک در تناوبهای زراعی مبتنی بر بقولات را تایید کردهاند (Stevenson and Kessel., 1996).

شهبازیان و اله دادی بیان کردند که عملکرد گندم در تناوب با شبدر افزایش یافت (Shahbazian and Allahdadi., 2004). برخی محققین نیز معتقدند که ورود دانههای روغنی غیر تثبیت کننده نیتروژن مانند کلزا و آفتابگردان در تناوب با گندم میتواند، اثرات مثبت و مفیدی بر عملکرد گندم داشته باشد (Janzen *et al.*, 2003). تعدادی از پژوهشگران در بررسی تناوبهای کلزا بهاره- جو بهاره- گندم زمستانه، گندم زمستانه- کلزا بهاره و کشت

مداوم گندم زمستانه، گزارش کردند که بیشترین تعداد ساقه بارور، بیشترین ضریب باروری پنجه‌ها و بیشترین ارتفاع بوته از تناوب گندم- کلزا و کمترین آنها از کشت مداوم گندم حاصل شد (Seibutis *et al.*, 2009). همچنین بیشترین تعداد دانه در سنبله نیز از تیمار گندم- کلزا بدست آمد. در نهایت این نتیجه با نتایج آزمایشی که عملکرد گندم زمستانه در کشت مداوم، 7/30 درصد کاهش یافت، مطابقت دارد (Sartori *et al.*, 2005).

ب- کیفیت

تنش خشکی آخر فصل و توالی زراعی بر هیچیک از صفات کیفی شاخص گلوتن، گلوتن مرطوب، شاخص سختی دانه، ارتفاع رسوب، ارتفاع رسوب زلنی، جذب آب، حجم نان، رطوبت دانه و میزان پروتئین دانه در طول دو سال زراعی 92-93 و 93-94 تأثیر معنی داری نداشت (جدول 7). از طرفی دیگر نوع خاک ورزی در سال اول بر شاخص گلوتن و گلوتن مرطوب و در سال دوم بر ارتفاع رسوب و گلوتن مرطوب اثر معنی دار آماری داشت بطوریکه شاخص گلوتن در خاکورزی مرسوم 32 درصد بیشتر از خاک ورزی حفاظتی بود اما گلوتن مرطوب گندم در خاکورزی مرسوم در مقایسه با حفاظتی 12 درصد کمتر بود.

در خصوص اثرات دو و سه طرفه باید عنوان داشت که در سال اول اثر دو طرفه خاک- ورزی بر سطوح آبیاری تنها بر گلوتن مرطوب دانه گندم معنی دار بود که تیمار دارای خاک- ورزی مرسوم در شرایط آبیاری معمول دارای گلوتن مرطوب بالاتری نسبت به سایر تیمارها بود که به نظر میرسد در شرایط آبیاری معمول و بدون پسمان گیاهی (مدیریت مرسوم)، کود ازته مصرفی در افزایش میزان گلوتن دانه موثرتر واقع شده است. محققین در بررسی روی الگوهای خاکورزی و اثر بلند مدت آن بر کیفیت دانه گندم نشان دادند که صفات کیفی مانند رسوب زلنی تحت تاثیر معنیدار الگوهای خاکورزی قرار داشته و در این الگوها وجود مالچ پسمان گیاهان درون تناوب بر صفات کیفی موثر میباشد (Tang *et al.*, 2013)، که با نتایج بررسی حاضر مطابقت دارد. همچنین تاثیر همزمان تناوب زراعی و آب آبیاری بر غلظت پروتئین و محتوای گلوتن توسط چندین محقق و در پژوهشهای متعددی گزارش شده است (Zahan, 1989; Domuta *et al.*, 2005., 2007., 2008., 2009).

جدول 7- تجزیه واریانس برخی صفات کیفی گندم پارسى تحت تأثیر تیمارهای خاکورزی، توالی زراعی و رژیم آبیاری (93 و 94)

Sources of variants	Degree of freedom	Grain protein content	Wet gluten	SDS sedimentation volume	Hardness index	Gluten index	Zeleny sedimentation volume
Replication (Block)	3	0.41291**	44.07 ^{ns}	14.988 ^{ns}	12.480 ^{ns}	1853 ^{ns}	5.8909**
Tillage)A (	1	0.87522 ^{ns}	153.66**	20.794 ^{ns}	2.136 ^{ns}	3202*	7.4277 ^{ns}
Crop sequence)B(	5	0.37911 ^{ns}	43.625 ^{ns}	140.45 ^{ns}	4.521 ^{ns}	2541 ^{ns}	3.6737 ^{ns}
Irrigation regime)C (	1	0.00006 ^{ns}	2.88 ^{ns}	0.353 ^{ns}	0.007 ^{ns}	73.6 ^{ns}	0.1185 ^{ns}
AB	5	0.29213 ^{ns}	1.23*	11.668 ^{ns}	9.880 ^{ns}	998 ^{ns}	5.9519 ^{ns}
AC	1	0.00050 ^{ns}	27.42 ^{ns}	2.424 ^{ns}	0.971 ^{ns}	1253 ^{ns}	0.0031 ^{ns}
BC	5	0.32422 ^{ns}	2.51 ^{ns}	22.914 ^{ns}	20.070 ^{ns}	2490 ^{ns}	3.3507 ^{ns}
ABC	5	0.31990 ^{ns}	18.30 ^{ns}	1.592 ^{ns}	2.749 ^{ns}	1570 ^{ns}	1.6675 ^{ns}
Error	65	5.10750	437.11	2379.38	189.81	24758	48.4674
Coefficient of variation	----	1.05	1.05	3.07	3.3	17.1	2.6

Table 7 - Analysis of variance of some qualitative characters in Parsi wheat under the influence type of tillage treatment, crop sequence and irrigation regimes (93)

و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد * ^{ns} عدم تأثیر معنی‌دار

* & ** Significant at 5 and 1% respectively ^{ns} No significant effect

نتیجه‌گیری کلی

حفظ پسمان گیاهی و اعمال روش خاکورزی مناسب در کنار استفاده از توالی زراعی مطلوب، کلید موفقیت مدیریت حفاظتی با کشت مستقیم در اقلیم معتدل سرد کشور است که میتواند اثر تنش خشکی آخر فصل را تقلیل داده و از کاهش عملکرد جلوگیری نماید و این تنش تأثیری بر کیفیت دانه گندم ندارد. با استمرار این نوع خاکورزی (3 تا 6 سال) جوانه‌زنی و رشد اولیه ریشه و در نتیجه گیاه با مشکل مواجه میشود و در نهایت

سبب کاهش عملکرد دانه می‌گردد. در پایان نیز توالی گندم - شبدر - کلزا - گندم جهت کشت مستقیم حفاظتی با اعمال تنش خشکی آخر فصل در اقلیم سرد معتدل نتایج خوبی را نشان داد. همچنین از اعمال تنش خشکی آخر فصل در مزارع مرسوم (گندم) منطقه معتدل سرد باید خودداری گردد.

REFERENCES:

1. Afzaliniya, S., M. Hoseyni., K. mollae, & Shajari, Sh. (2016). Effect of using different tillage methods on soil properties and wheat yield In cold climate. *Journal of Plant Ecophysiology*, 24, 112-122. (In Farsi)
2. Ahmadi, A., M. Joudi, & Janmohammadi, M. (2009). Late defoliation and wheat yield: Little evidence of post anthesis source limitation. *Field Crops Research*, 113, 90-93. (In Farsi)
3. Akbari Moghaddam, H., Gh. Etesam., R. Koohkan., Sh.A. Rostami, & Keikha, Gh. A. (2002). Effect of moisture stress in different growth stages on grain yield in wheat cultivars. *Proceedings of the 7th Iranian Crop Science Congress*, Karaj, Iran. (In Farsi)
4. Ankeny, M. D., T. C. Kaspar, & Prieksat, M. A. (1995). Traffic effect on water infiltration in chisel plow and no-tillage system. *Soil Science Society of America Journal*, 59, 200-204.
5. Anonymous. (2015). *Agricultural Meteorology*. Administration of meteorology of Karaj. <http://agro.irimo.ir/far/wd/1311>
6. Anonymous. (2014). *Annual agricultural statistics*. Ministry of Agriculture Jihad of Iran. www.maj.ir
7. Anonymous. (2015). Food and Agriculture Organization. *The main principles of conservation agriculture*. From <http://www.fao.org/ag/ca/1b.html>.
8. Asefa T, Tanner, DG & Alan, TPB. (2004). Effects of stubble management, tillage and cropping sequence on wheat production in the south-eastern highlands of Ethiopia. *Soil and Tillage Research*, 76, 69-82.
9. Azimzade, M., A. Kochaki, & Bala, M. (2002). Effect of different tillage methods on bulk density, porosity, soil moisture content and yield of wheat under dryland conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 3, 209-225. (In Farsi)
10. Benegas, C.P. (1998). *Effect of no-tillage systems on chemical and physical characteristics of soil in Paraguay*, In: Kokubun, M. (Ed.), *No-Tillage Cultivation of Soybean and Future Research Needs in South America*. (Working Report, vol. 13 JIRCAS). Ministry of Agriculture, Forest and Fishery, Ibaraki, pp, 19-28.
11. Dabney, S. M., G.V. Wilson, K. C. McGregor & Foster, G. R. (2004). History, residue and tillage effects on erosion of loessial soil. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineering*, 47, 767-775.
12. Deng, S. P., & Tabatabai, M.A. (1997). Effect of tillage and residue management on enzyme activities in soils. III. Phosphatases and arylsulfatase Biology and Fertility of Soils. *Biology and Fertility of Soils*, 24: 141- 146.
13. Domuta C., V. Scheau, Gh. Ciobanu, Maria Sandor, Violeta Scheau, Cornelia Ciobanu, Alina Samuel, M. Carbutar, Maria Colibas, Ioana Borza, Cr. Domuta, N.C. Sabau, A. Domuta, Camelia Bara, L. Bara, R. Brejea, A. Bunea, Ileana Ardelean, A. & Vuscan, Anuta J. (2009). Irigatiile in Campia Crisuri lor 1967-2008. *Editura Universității din Oradea, ISBN, 978-973-759-878-3*, 392.
14. Domuța C., Bandici Gh., Ciobanu Gh. Ciobanu Cornelia, Samuel Alina, N. Csep, Bucurean Elena, Borza Ioana, Sandor Maria, Bunta Gh., Ileana Ardelean, & Domuta, Cr. (2008). Asola mentele in sistemele de agricultur. *Editura Universității din Oradea. ISBN, 297*.
15. Domuța C., Bandici Gh., Ciobanu Gh., N. Csep, Ciobanu Cornelia, Samuel Alina, Bucurean Elena, Sandor Maria, Borza Ioana, Bunta Gh., Ileana Ardelean, & Domuta, Cr. (2007). Asolamentele în Câmpia Crișurilor. *Editura Universității din Oradea, ISBN, 978-973-759-350-4*, 254.
16. Domuța C. (2005). Irrigation of cultures, Ed. *University din Oradea, Oradea*, 330.
17. Chauhan, B. S., A. Yadav & Malik, R. K. (2002). Zero tillage and its impact on soil properties: a brief review. In: Malik, R.K., Balyan, R.S., Yadav, A., Pahwa, S.K.

- (Eds.) , Herbicide Resistance Management and Zero Tillage in Rice-Wheat System, March 4-6, (2002). CCSHAU, Hisar, India, pp. 109-114.
18. Fischer, R.A. (2007). Understanding the physiological basis for yield potential in wheat. *Journal Agricultural Science*, 145, 99-113.
 19. Fuentes JP, Flury M & Bezdicek DF. (2004). Hydraulic properties in a silt loam soil under natural prairie, conventional till, and no-till. *Soil Science Society American Journal*, 68, 1679- 1688.
 20. Gomez-Becerra H.F., Erdem H., Yazici A., Tutus Y., Torun B., Ozturk L., & Cakmak I. (2010): Grain concentrations of protein and mineral nutrients in a large collection of spelt wheat grown under different environments. *Journal of Cereal Science*, 52, 342-349.
 21. Gorgi, M. (2014). Erosion crisis Iran devours. Science news agency(SINA), 7, 1 .(In Farsi)
 22. Hajabbasi, M. A., & Hemmat, A. (2000). Tillage impacts on aggregate stability and crop productivity in a clayloam soil in central Iran. *Soil and Tillage Research*, 56, 205-212. (In Farsi)
 23. Karimzade, H., Emam, Y. & Moori, S. (2014). Terminal drought stress on yield, yield components and canopy temperature of wheat bread. *Journal of Plant Process and Function*. 1(1), 38-56.
 24. Janzen, H. H, Beauchemin, K. A., Bruinsma, Y., Campbell, C.A., Desjardins, R.L., Ellert, B.H. & Smith, E.G. (2003). The fate of nitrogen in agroecosystems: An illustration using Canadian estimates. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*,. 67, 85-102.
 25. Lance G., & Garren B. (2002). Origin, History, and Uses of Oat (*Avena sativa*) and Wheat (*Triticum aestivum*).from http://agron-www.agron.iastate.edu/Courses/agron212/Readings/Oat_wheat_history.htm.
 26. Mehrvar, M. (2015). *Comparison of wheat-based sequential cropping systems under conventional and conservation agricultural managements*. (Final Research Report 2-03-03-88021). Ministry of Jihad - e- Agriculture, Agricultural Research, Education & Extension Organization. 65-71.
 27. Morris CF, Li S, King GE, Engle DA, Burns JW, Ross, AS. (2009). A comprehensive genotype and environment assessment of wheat grain ash content in Oregon and Washington: analysis of variation. *Cereal Chemistry*, 86, 307-312.
 28. Morris N.L., Miller P.C.H., Orson J.H., & Froud-Williams R.J. (2010). The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment - A review. *Soil and Tillage Research*, 108, 1-15.
 29. Ossible, M; R. K. crooks, & Larson, W. E. (1992). Sub surface compaction reduces the root and shoot growth grain yield of wheat. *Agronomy journal*, 84, 34-38.
 30. Paris P, Gavazzi, C. (1972). The ash content of durum wheat in Northern Italy. *Food Science Technology Abstracts Tecnica Molitoria*, 23,709-728.
 31. Peltonen J, Virtanen A. (1994). Effect of nitrogen fertilization on the physicochemical and unctional properties of bread wheat. *Cereal Chemistry*, 62, 427-430.
 32. Pierce, F. J., M. C. Fortin & Staton, M. J. (1994). Periodic plowing effects on soil properties in a no-till farming system. *Soil Science Society of America Journal*, 58,1782- 1787.
 33. Safari, A., M. Asoudar., M. Ghaseminegad & Abdali, A. (2013). Effect of Residue Management, Different Conservation Tillage and Seeding on Soil Physical Properties and Wheat Grain Yield, *Journal of sustainable agricultural and production*, 4(3), 49-59. (In Farsi)

34. Sandor, F. (2015). *Complex analysis of the conventional and reduced tillage systems of maize*. Ph.D. Thesis. University of debrecen kalman Kerpely Doctoral School, Hungary.
35. Sanford, J., B. Eddleman, & Hariston, Y. (1986). Evaluating ten cropping alternatives for the mid-south. *Agronomy Journal*, 78, 875-880.
36. Sarah, R. (2011). Property of SFU Soil Science Lab. Direct Estimation of Organic Matter by Loss on Ignition: Methods, 1-5.
37. Sartori, L., Basso, B., Bertocco, M., & Oliviero, G. (2005). Energy use and economic evaluation of a three year crop rotation for conservation and organic farming in NE Italy. *Biosystem Engineering*, 91, 245-256.
38. Seed and Plant Improvement Institute. (2016). [http://www.spii.ir/spSPii/default.aspx?page= Document & app =Documents & docId =11702& docParId=11470](http://www.spii.ir/spSPii/default.aspx?page=Document&app=Documents&docId=11702&docParId=11470)
39. Shahbazian, N., & Allahdadi, A. (2007). winter wheat yield response to pre-planting and manure application in Qazvin. *Journal of Agricultural Sciences*, 1(30), 125 -1350. (In Farsi)
40. Singh, Y., V. P. Singh, G. Singh, D.S. Yadav, R. K. P. Sinha, D. E. Johnson & Mortimer, A. M. (2011). The implications of land preparation, crop establishment method and weed management on rice yield variation in the rice-wheat system in the Indo-Gangetic plains. *Field Crops research*, 121, 64-74.
41. Seibutis, W., I. Deveikytė & Feiza, V. (2009). Effects of short crop rotation and soil tillage on winter wheat development in central Lithuania. *Agronomy Research*, 7, 471-476.
42. Stevenson, F. C., & Kessel, C.V. (1996). The nitrogen and non-nitrogen rotation benefits of pea to succeeding crops. *Canadian Journal of Plant Science*, 76, 735-745.
43. Tabatabae, S. A., Gasemi, A., & Shakeri, A. (2011). Effects of water stress on yield, yield components and oil content of canola cultivars. *Journal of Crop Physiology*, 3(12), 41-53.
44. Tullberg, J. (2010). Tillage, traffic and sustainability—a challenge for ISTRO. *Soil and Tillage Research*, 111 (1), 26-32.
45. Zahan P., Zahan, R. (1989). Cercetari privind acumularea biomasei vegetale radiculare și calitatea recoltei obținute, subinfluența plantei premergătoare și a fertilizării la graul cultivat pe soluri podzolice cu exces temporar de umiditate din Campia de Vest a țării (II). *Probleme de agrofitotehnie teoretică și aplicată*, 1(5), 237-240, 300.

Terminal drought and crop sequence effects on irrigated wheat grain yield and quality under conventional and conservation managed approaches

¹ Mohammad Reza Mehrvar, ² Ali Ghorbani

¹.Retired scientific board member ². Cereal researcher, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj, Iran

Corresponding author: mehrvarmr@gmail.com

ABSTRACT

No-tillage managed approach with the proper crop sequence can provide more moisture and nutrients necessary for the plant in water stressed conditions. This experiment was conducted in 2013-15 cropping years to study the effects of terminal drought and sequential cropping systems on grain yield and quality of no-till and conventional managed irrigated wheat CV. Parsi. The experimental design was RCBD in split plot arrangement with four replicates in experimental farm of cereals research department of seed and plant improvement institute at Karaj, Iran. Main plots consisted six irrigated wheat based crop sequences and two irrigation regimes of normal irrigation and terminal drought allocated to the subplots which were studied in two separate experiments of conservation and conventional managed approaches. According to the results effect of terminal drought in conventional approach was significant in both years of study with 18% grain yield reduction. But terminal drought in conservation approach had no significant grain yield reduction (about 8% reduction) in the first year but caused significant grain yield reduction (about 43%) in the second year. In the 1st year of conservation approach, crop sequence of two years four crops of wheat/berseem clover-canola/silage corn (T3) produced the highest grain yield (4089 kg ha⁻¹), while the highest grain yield (5347 kg ha⁻¹) belonged to the crop sequence of wheat/silage corn-wheat-silage corn (T1) in the conventional managed approach. Wheat grain quality characteristics were not significantly affected by terminal drought and crop sequence in both years of study.

Keywords: Irrigated wheat, Terminal drought, Crop rotation, Conservation agriculture, Grain yield, Quality